

実践報告

科学的な思考力・表現力を育成する授業づくりについて
— 中学校第2学年「生物の進化」の授業分析を通して —

中尾 裕二*

On Lesson Plans to Foster the Abilities
of Scientific Thinking and Expression:
An Analysis of the 8th Grade Lesson "Evolution of Living Things"

Yuji NAKAO*

【要約】

本校理科部会では、「探究の質を高める理科学習の研究」をテーマに、研究を推進している。「探究の質が高まった状態」とは「より論理的に、実証的に物事の本質を調べ見極めることができていく状態」と捉えることにしており、科学的な思考力・表現力が土台となる。そこで授業の中で、科学的な思考力・表現力の育成を目指すために、言語活動を重視した授業づくりに取り組んだ。また、授業の中に県立博物館との連携を取り入れることで、科学的な探究活動のきっかけづくりを行った。これらが効果的であったか授業を振り返りながら検証する。

【キーワード】

科学的な思考力・表現力、言語活動、県立博物館との連携

1. はじめに

学習指導要領においては、思考力・判断力・表現力を育成するためには、基礎的・基本的な知識・技能を活用する学習を重視するとともに、言語活動を充実させることになっている。また、観点別学習状況の評価の在り方についても改善が図られ、「各教科の内容に即して思考・判断したことを、その内容を表現する活動と一体的に評価する観点「思考・判断・表現」を設定することが適当である」とされた。このように、理科においても思考と表現が一体となって育成されることが重要であることが強調されている。

さらに、中央教育審議会の答申では「思考力・判断力・表現力等を育む学習活動の例」として、次の6つの学習活動を例示している。

① 体験から感じ取ったことを表現する

科学的な体験や自然体験を行って気付いたことを記録したり、感じたりしたことをグループのメンバーやクラス全体に話したりすること。

② 事実を正確に理解し伝達する

観察、実験で得られたデータや結果を正確に捉え、レポートなどに記録すること。

③ 概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする

既習の概念や法則などを使って、目の前で起こった現象や身近な事物・現象を説明したり、観察や実験をする前に、自分が知っている概念や法則から結果の予想を行ったりすること。

*佐賀大学文化教育学部附属中学校

④ 情報を分析・評価し、論述する

観察、実験の結果を分析して解釈したり、考察を書いたり、自分の考えを人に伝えたりすること。その際、結果をグラフ化したり、図表で表したりすることで分析・解釈しやすくすることが考えられる。また、実験前に立てた仮説が正しいかどうかを判断したり、実験結果の確からしさを検討したりすること。

⑤ 課題について、構想を立て実践し、評価・改善する

自らの課題を解決するために、仮説を立てたり、予想されることを考えたりして、それを検証するための観察、実験の計画を立てて実行すること。また、仮説が検証されたような場合でも、誤差や信頼性に問題はないか、もっとよい実験の方法がないかなどについても検討させること。

⑥ 互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる

観察の結果などを、グループで話し合い活動を行うことで、自分が気付かなかったことに気付く生徒がいたり、自分の考えが正しいと思っていたのに、友人から指摘を受けて急に自分の考えに確信がもてなくなったりするような経験をし、試行錯誤を繰り返していくこと。

これらの学習活動の例として示された①～⑥の活動は、理科の学習活動として今まで行われてきたものであり、言語活動にも深く関わる内容である。このように、理科で求められている科学的な思考力・判断力・表現力を高めるために、言語活動を充実させることは、有効な手段と考えられる。

また、知識やスキルを活用し、課題を探究する力をも含む総合的な学力が必要なことにも注目をした。知識やスキルを活用する力を試す学力検査としては、PISA調査や文部科学省が実施した「全国学力・学習状況調査」のB問題が注目を集めている。活用型の問題に対応できるような力を身に付けさせるためにも、知識やスキルを使いこなすことを求めるような課題を用いることを考えた。

2. 単元の目標と内容

(1) 研究の対象となる生徒 第2学年

本学級の生徒は、理科に対する興味・関心は高く、特に観察、実験を伴う活動には意欲的に取り組んでいる。基本的な知識も充分身に付いており、理解度が高いことも伺える。しかし、自らの考えの根拠を明らかにして自分の言葉で表現したり、説明したりすることを苦手としている生徒も多い。これらの状況から、学びの中に表現活動を多く取り入れていく必要があると考えられる。

(2) 単元名 生物の進化

(3) 単元の概要

生徒はこれまでに、小学校第5学年「動物の誕生」、小学校第6学年「生物と環境」でメダカとヒトの命の発生過程や生き物と環境とのつながりについて学んできている。ここでは、場所や環境のちがいにおける生物のからだのつくりのちがいや共通点から、進化という概念を考え学んでいく。このことは、中学校3年生「生物の成長と殖え方」での生命の発生や「遺伝の規則性と遺伝子」での種のつながりの学びへと発展していく。そして、本単元を通して自分たちヒトと他の動物との関連性・共通性を見だし、長い年月をかけ状況に応じて進化してきたという概念を学んでいくとともに、多種多様な生物や身のまわりの事物・現象との関わりについて考えていく。

単元の授業過程は以下に示す通りである。

全8時間

1 生物の進化の方向性はどのようなになっているか調べよう。(1時間)

- 2 進化が起こった証拠とは何があるか調べよう。(2時間)
 - 2-1(1) 相同器官に注目してみよう。
 - 2-1(2) 中間の生物の特徴を調べよう。
- 3 進化が起こる仕組みについて調べよう。(1時間)
- 4 セキツイ動物の体のつくりと進化の関係を調べよう。(2時間)
 - 4-1(1) カエルの心臓の今後の進化について調べよう。… I
 - 4-1(2) モグラの目やクジラのヒレについて調べよう。
- 5 進化について、自分の考えをまとめよう。(1時間)

19世紀に自然科学者のチャールズ・ダーウィンが「種の起源」を発表したことで、「個体に変異(後の遺伝による突然変異)が起こり、環境に適応した個体が生き残る自然淘汰が行われ、その繰り返しによって、生物は長い時間をかけて環境に適した種を形成していく」という「進化」の概念が広まった。理科の学習において、科学者の考えをたどり、科学的証拠を基に、過去の事象を考えていくことは、自然の事物・現象を解釈する上で、重要となる科学的な見方や考え方である。本単元では、動物の進化を探る活動を通して、動物は世代を重ねる中で環境に適応しつつ、体のつくりや働きが進化していくことを見いださせた。また、「500万年後のヒトはどのような姿になっているだろうか?」を単元を貫く問いに設定することで、ヒトの体のつくりや働きから過去の事象のみならず、500万年後の生命の変遷について、科学的に探究する活動を取り入れた。また、単元全体の流れを意識付けするために、単元の導入のときに、資料1の学習計画表を提示した。

時間	月日	学習課題	内容	この授業で学んだこと
1	9/26	生物の進化の方向性はどのようなものになっているか調べよう。	植物や動物の各グループの特徴や生活の場所を整理し、変化の方向を見いだす。	(部1) セキツイ動物: ヨウカ、ヒト、カエル、ヘビ、コウモリ、コイ、ワニ、サメ、ネコ、ハト 非セキツイ動物: ミミズ、イカ、ウニ、ヒメアリ、カブトムシ、カニクモ、ミジンコ(隠れ家)
2	9/27	進化が起こった証拠とは何があるか調べよう。	骨格を比較させ同じ働きをする相同器官について考える。	セキツイ動物の(魚類・両生類・ハチュウ類・鳥類・哺乳類)の特徴とまとめる。(骨格、器官の違い)
3	9/27	進化が起こった証拠とは何があるか調べよう。	2つのグループの中間の生物をもった生物について考える。	2つのグループの中間の生物(シロコウ、シロカラス、カモ、ハシ)の特徴と等し、進化の方向性について知る。
4	9/28	進化が起こるしくみについて調べよう。	ダーウィンのウチやウマの例で進化の仕組みについて考える。	環境の変化に適応できなくなると絶滅してしまうこと。自然淘汰という。進化は自然淘汰によって起こる。
5	10/3	セキツイ動物の体のつくりと進化の関係を調べよう。	カエルの心臓の今後の心室、心臓の数の変化についての仮説の妥当性を検討する。	カエルの心臓は進化するか? (環境は変化するが、進化しない。今の環境にそれぞれ適しているから) 生物の体のつくりはたまたまは、環境で、動物の体のつくりは進化するかではなく、環境に適した形になっている。

資料1 単元計画表

3. 授業の実際

(1) 話し合い活動の工夫

科学的な概念を使用して考えたり説明したりすることは、科学的な思考力や表現力を育むことにつながる。他者へ説明することは、習得したことを自分の頭に位置付け、自分の言葉で表現することが求められる。これは、習得した知識の活用であるとともに、知識・理解をさらに深めることとなる。話し合い活動を通した授業を行う際は、次の点を重点的に指導した。資料2は生徒がグループで話し合う様子である。

① 時間厳守や役割分担を徹底する

話し合い活動において、時間の管理は重要である。話し合い活動がグループによって長くなったり、短くなったりしないように制限時間を事前に提示した。



資料2 グループでの話し合いの様子



資料3 役割の確認の様子

また、司会、発表、記録、計時と一人一役を与え、話し合いが効率的に進むよう指導した。資料3はその確認をする様子である。

② 話し合いの形態の確認

話し合いを始める前に、協議なのか討論なのかの確認をさせた。

③ 話し合いの結果を学級全体へ普及

グループごとでの話し合いの結果を学級全体に知らせ、全体で意見の深めあいを行う。個人からグループ、そして学級全体へと広げた。以下は1の授業で行った、グループによる話し合い活動の一部の記録である。

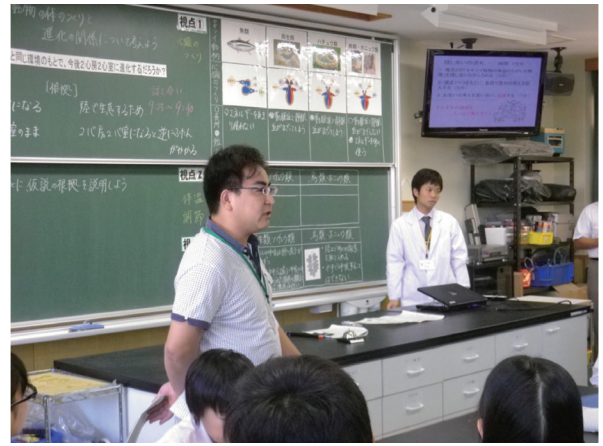
*生徒Aが司会者 生徒Bは計時 生徒Cは記録 生徒Dは発表

- 生徒A 今から3班の話し合いを始めます。カエルの今後の心臓について考えるけど、まず、ワークシートの変温動物、恒温動物の長所、短所を考えてみようか。協議だから、最終的に一つの答えね。
- 生徒B 恒温動物って体温が常に一定だったよね。それなら冬でも自由に動けるし、いつでも同じ体温だからこれが長所になるんじゃない？冬眠しなくてもいいし。
- 生徒C そうね。それは長所やろうね。よしこれメモしとこ。
- 生徒A じゃあ恒温動物の長所は出ました。短所は逆にある？
- 生徒C うーん。何だろね。
- 生徒D 環境に適応しにくい？
- 生徒B はい、もう3分経ちました。
- 生徒C え、ほんと？はやくまとめないとね。
- 生徒A っていうか、結論のカエルの今後の心臓まで考えないといけないからね。時間足りない。
- 生徒B 体温が一定ってそもそもメリットなのかな？
- 生徒D 体温が下がると前の授業で映像見たやつで魚が動きとまっていたよね。だから一定だといつも活動できるしメリットとして考えていいんじゃないの？
- 生徒A 要するに、活動期間が長いってことでいいよね。
- 生徒C よし、じゃこれメモしときます。
- 生徒B やばいよ、もう5分経ちそう。7分って短すぎだよね。急ごう。
- 生徒A では協議を進めていきます。考察のところにいきましょう。
- 生徒D え？考察って何するんだっけ？
- 生徒A だから、視点1、2、3をみて、自分の結論を出すんだよ。カエルの心臓が今後どうなるかをね。
- 生徒B 進化しないと思うならしなないと書いて、そう判断した理由まで書かないといけないんだよ。
- 生徒A ねえ、今と同じ環境ってのがポイントじゃない？これについて考えてみようよ。要するに、地球温暖化とかが起こらずに、今と同じ気温ってことだよ。そう考えるとどうなると思う？
- 生徒D ってかさつき川が汚染されて…とかいう意見の発表があったじゃん？あれってこの条件満たしてないよね。条件変わってるし。変わらない条件で考えないといけないんだよ。

生徒の話し合う内容を見てみると、全体的に、役割分担ができているように思える。むやみやたらに話し合いを進めるのではなく、それぞれが自分の役割を意識して話し合いを進めているように思える。また、司会者が話し合いの流れを上手につくっているように思える。特に下線部の言葉により、話し合いが円滑に進んでいる。

(2) 県立博物館との連携

生徒の科学的な探究活動を手助けするために、県立博物館との連携を行った。特にグループでの話し合い活動の中で、話し合いが深まるように、全体や個人へのアドバイスを行った。教師のみならず、博物館の職員が、専門的な知識や技能をアドバイスとして生徒に普及することで、授業がより活性化すると考えられる。以下は、1の授業で博物館職員によるアドバイスをを行った時の話し合いの一部の記録である。なお、この記録は同じ3班のものである。資料4は博物館職員が生徒へアドバイスしている様子である。



資料4 博物館職員のアドバイスの様子

- 博物館職員 もうすでに考えることができるグループもありますが、両生類を含むグループとほ乳類を含むグループそれぞれの長所、短所を考えると、今から言う2つの視点を意識して考えてみて下さい。1つ目が冬場にそれぞれの動物がどうなるかを考えてみて下さい。もう1つは、それらの動物が消費するエネルギーはどうなるかを考えてみて下さい。この2つを踏まえて話し合いをすれば、何か考えることができるかもしれません。
- 生徒A エネルギーだってさ。考えてなかったね。冬場のエネルギーについて考えてみようよ。
- 生徒B 冬場ってあんまりエネルギーは使わないよね。体動かないし。
- 生徒D たしかにエサもあんまりないからじっとしてるもんね。
- 生徒A 変温動物は冬って冬眠するよね。なおさら動かないからエネルギー使わないよね。恒温動物は…
- 生徒C わかった。恒温動物は冬場でも動く。要するにたくさんエネルギーが必要になるから、心臓の部屋が4つにわかれていて動脈血、静脈血をわけて効率よく酸素を供給するってことじゃない。
- 生徒D え、どういうこと？
- 生徒A だから変温動物は、冬眠するからあまりエネルギーが必要ない。だから心臓のつくりが単純になって、わざと酸素の供給率を下げてちょうどいい状態にしてるんだよ。逆に恒温動物はさっき言ったように、エネルギーをたくさん必要とするから、今の心臓がベストなんだよ。この件についてどう思いますか？

博物館職員のアドバイスをきっかけに、下線部の発言以降、科学的な話し合いができているように思える。結論を導き出す決め手となった科学的な根拠を明確にして、話し合いが進んだ。多様な意見とふれあうことで、セキツイ動物の心臓は、より複雑で精巧という考えではなく、環境へ適応する形に進化しているという考えについての認識が深まっていったと考えられる。

(3) ワークシートの工夫

探究の質が高まる活動を行う上で、試行錯誤が欠かせない。物事がうまく検証できなかつたらその要因を様々な角度から考え、観察や実験の改善を行うことが想定されるが、その際に観察、実験操作の正確性が伴っていなかったことが原因なのか、要因抽出や条件制御などの観察、実験計画そのものに原因があるかなど、生徒は多面的に考え、再観察、再実験を試みることになる。この過程で思考しているそのものが「探究の質が高まった」状態であると捉えることとし、そのような場面を1の授業の中で設定した。個人の考えをまとめた後に、グループの意見を聞き、さらに自分の考えを再検討できるようワークシートの工夫を行った。資料5は、生徒が実際に記入したワークシートを示している。

資料5 生徒が記入したワークシート

4. 授業実践を通しての考察

科学的な思考力・表現力を育成するために、今回は言語活動として、話し合い活動の工夫、ワークシートの工夫を行った。これらの言語活動の整備と充実を図ることで、生徒の意欲や学ぶ姿勢を向上させるだけでなく、教師の力量をより高めることができると考える。普段の授業で話し合い活動等が日常化してくると、言語活動の整備と充実が進み授業の雰囲気は変わっていくことであろう。話し合いが成立し、生徒の中で自由に意見を言ったり、互いに教え合ったりすることが日常化すると、生徒の学びの姿勢が変わってくる。または、生徒の学びの姿勢が変わったからこういった授業ができるとも考えられる。また、県立博物館との連携も大変有効的だったと思われる。今後は別の機関とも連携を考えていきたいと思う。

5. おわりに

科学的な思考力をはじめとする理科の能力を高めるために、言語活動が大いに活用できることが本研究を通して確認することができた。また、単元によって言語活動の活用が有用な部分と有用ではない部分があると感じた。理科の授業の中に、言語活動を適切に効果的に取り入れていくことで、生徒の科学的な思考力が伸長している今後も継続的に取り組んでいきたい。

【参考文献】

- 田代直幸・山口晃弘 「発想が広がり思考が深まるこれからの理科授業」 東洋館出版社 2010.
猿田祐嗣・中山迅 「思考と表現を一体化させる理科授業」 東洋出版社 2011.
文部科学省 「中学校学習指導要領 理科編」 大日本図書株式会社 2008.